

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 04364024 A
(43) Date of publication of application: 16.12.1992

(51) Int. Cl. H01L 21/205

C30B 25/12, C30B 25/14, C30B 25/16, C30B 29/40, C30B 29/48

(21) Application number: 03025035

(22) Date of filing: 28.01.1991

(30) Priority: 29.01.1990 US 90 471458

(71) Applicant: AMERICAN TELEPH & TELEGR
CO <ATT>

(72) Inventor: BENKO JOHN W
LEVKOFF JEROME
SUTRYN DANIEL C
VIRIYAYUTHAKORN MONTRI

(54) MANUFACTURING METHOD OF
SEMICONDUCTOR DEVICE

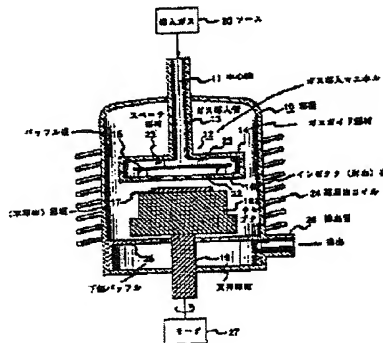
an epitaxial growth layer of even thickness.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To manufacture, in good reproducibility, an epitaxial growth layer of even thickness, relating to an MOCVD reactor.

CONSTITUTION: The gas in an MOCVD reactor comes around a baffle board 15 and is sent radially along an injection board 16 inwardly comprising a slot. A slot 22 of injection board expands radially and its width is not uniform to compensate unevenness in deposition speed. With a heated substrate 17 rotated, the gas flow thus obtained is sent over it, resulting in



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-364024

(43) 公開日 平成4年(1992)12月16日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/205	7739-4M		
C 3 0 B	25/12	9040-4G		
	25/14	9040-4G		
	25/16	9040-4G		
	29/40	7821-4G		

審査請求 未請求 請求項の数9(全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-25035

(22) 出願日 平成3年(1991)1月28日

(31) 優先権主張番号 471458

(32) 優先日 1990年1月29日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

アメリカン テレフオン アンド テレグ
ラフ カムパニー

AMERICAN TELEPHONE
AND TELEGRAPH COMPA
NY

アメリカ合衆国, 10013-2412 ニューヨ
ーク ニューヨーク, アメリカ アヴェニ
ュー 32

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

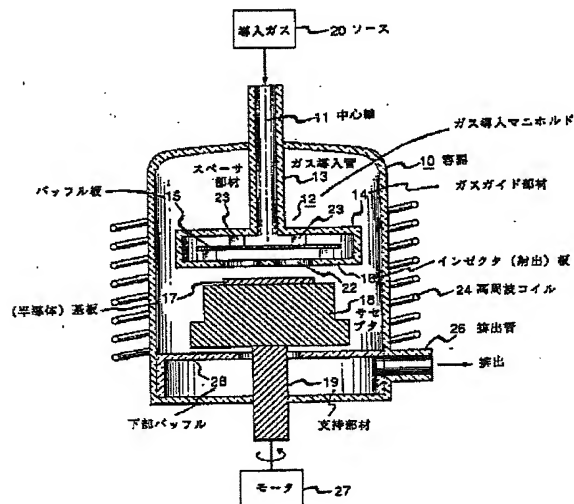
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 MOCVDリアクタにおいて、厚みの均一なエピタキシャル成長層を再現性よく製造する。

【構成】 MOCVDリアクタ中のガスは、パッフル板15の外周をまわり、スロットを有する射出板16に沿って内向きの放射状に送られる。射出板のスロット22は放射状に拡がり、その幅は均一でなく堆積速度の不均一性を補償するように作られる。加熱した基板17を回転させ、その上に上記のようにして得られたガス流を送り、その結果厚みの均一なエピタキシャル成長層を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体デバイスの製造方法において、周期律表の第III-V族化合物と第II-VI族化合物からなる群から選ばれた化合物の単結晶半導体基板を形成するステップと、基板を加熱するステップと、有機金属化合物と第2の化合物とを含むガスに、加熱した基板をさらして基板上にエピタキシャル成長層を形成するステップとを有し、このエピタキシャル成長層を形成するステップにおいて、該有機金属化合物は、有機成分と周期律表の第II族及び第III族からなる群から選ばれた金属成分を含み、第2の化合物は、周期律表の第V族及び第VI族からなる群から選ばれた元素を含み、そして、エピタキシャル成長層を形成するステップは、これらの化合物を含むガスに、加熱した基板をさらすことによって、有機金属化合物と第2の化合物とを反応させ、その結果、初めに有機金属化合物の一部を構成していた金属と、初めに第2の化合物の一部を構成していた元素とを含む半導体化合物を、基板表面上にエピタキシャル成長させるステップとされ、さらにこの方法は、基板表面に平行に配置された射出板に設けられた、不均一な幅を有する少なくとも1つのスロットを通して、当該ガスを基板に送るステップと、堆積中基板を回転させるステップを有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項2】 各スロットの幅は、その長さ方向の各位置において、基板表面の対応する位置におけるエピタキシャル成長速度の大きさと近似的に逆比例し、それにより、各スロットからのガス射出速度は、基板表面上におけるエピタキシャル成長速度の相違を補償することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 ガスは、射出板の中心に向って内向きの放射状に射出板上を流れるように送られ、スロットは、射出板の中心に対して放射状に配置され、各スロットは、射出板の外周に最も近い側よりも、射出板の中心に最も近い側に近づく程、幅が狭くなっていることを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項4】 射出板は、射出板の中心を挟む180度の位置に配置された2つのスロットを有することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】 射出板は、射出板の中心の周りに90度毎に配置された4つのスロットを有することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項6】 射出板を局部的に溶断するのに十分なパワーを有するレーザ・ビームを射出板に送り、このレーザ・ビームに対して板を相対的に移動させて、射出板上におけるレーザ・ビームの衝突点によってスロット形状の外周に対応するパスを描くことにより、各スロットを形成することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項7】 パッフル板を、射出板に関する基板の反対側の位置に、射出板と平行に配置し、ガスをパッフル板の中心に向けて送ることによって、このガスを、パッ

フル板の外周を周るように流し、さらに、射出板に沿って内向きの放射状に流すことを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項8】 半導体化合物は、周期律表の第III-V族化合物であって、金属は第III族金属であり、元素は第V族元素であることをさらに特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項9】 半導体化合物は、インジウム・リンであり、金属はインジウムであり、元素はリンであることをさらに特徴とする請求項8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体デバイス製造の方法と装置に関し、さらに特別には、有機金属化学気相堆積法(MOCVD)によるエピタキシャル成長層製造の方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年における半導体技術の大きい進歩の1つは、半導体デバイスの活性物質としてIII-V族材料、例えばガリウム・ヒ素やインジウム・リン、及びこれらの3元素や4元素化合物、例えばインジウム・ガリウム・ヒ素・リンの利用が増加したことである。これらの材料は、そのバンドギャップ特性から、オプトエレクトロニクスやフォトニクスの応用技術、例えばレーザ、発光ダイオード、光検出器などの技術用材料として有望視されている。

【0003】これらの材料は、高速電子移動性を有しているため、集積回路用途としては、通常広く用いられている半導体材料のシリコンよりしばしば好ましいものである。このようなデバイスを製造するには、単結晶基板上に1つ以上の層をエピタキシャル成長させることが必要である場合が多い(エピタキシャル成長とは、基板上に材料を堆積させる方法であり、特に、堆積された材料の結晶構造が、基板の結晶構造を有効に引継ぎ成長する現象をいう)。

【0004】エピタキシャル成長による堆積方法には、大きく分けて3つの方法、即ち液相エピタキシャル成長法、気相エピタキシャル成長法、及び分子線エピタキシャル成長法があり、それぞれ液体ソース、気相ソース、及び分子線から堆積を行う。気相エピタキシャル成長の特に有力な方法は、有機金属化合物を含むガスから堆積を行う方法である。この方法は、有機金属化学気相堆積法(MOCVD)として知られる多くの科学刊行物に記載されている。

【0005】例えば、「III-V族半導体の有機金属化学気相堆積法」、エム・ジェイ・ルドワイズ(M. J. Ludowise)、「ジャーナル オブ アプライド フィジックス(Journal of Applied Physics)」、第8号、第58巻、1985年10月15日、R31-R55頁、及び報告「有機金属化学気相堆積法」、ピー・ダニエル・ダ

ブカス (P. Daniel Dapkus)、「アメリカン レビュー オブ マテリアルサイエンス (American Review of Material Science)」、アニュアル レビュー In c., 1982年243-268頁である。

【0006】MOCVD法では、リアクタ内で、エピタキシャル成長層の成長する1つの元素を含むガス状の有機金属化合物と、所望のエピタキシャル成長材料の、他の元素を含むガス状の第2の化合物に、加熱基板をさらす。例えば、III-V族材料であるガリウム・ヒ素をエピタキシャル成長させるには、ガス状有機金属トリエチルガリウム $[(C_2H_5)_3Ga]$ をガリウムのソースとして用い、またV族成分であるヒ素のソースとしてアリン (AsH_3) を用いる。

【0007】このガス混合物は、通常は垂直方向のリアクタの上部に軸方向に射出され、リアクタ内において、基板は、高周波コイルで加熱されるサセプタ上に配置される。このガスは、リアクタの導入端と反対側の一端のチューブから排出される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】MOCVD法は、他のエピタキシャル成長法に比べ多くの利点を有することが認められているが、高品位デバイスの形成においては幾つかの問題が残っている。その中の主なものに、基板上面の堆積層の良好な均一性を得る問題がある。デバイス、例えば半導体レーザの適切な動作には、幾つかの異なるエピタキシャル成長層であって、各層の厚さが僅か数ミクロンであるような層構造が必要である。

【0009】この厚みの均一性にかかなりのばらつきがあると、レーザなどのデバイスの動作に重大な違いを生ずる結果となる。さらに、このようなデバイスをシステムにおいて使用する場合、それらの製造には高度の再現性が必要であり、堆積層の厚みの均一性が不十分な場合はそれらを達成することはできない。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明はリアクタのタイプを改良し、MOCVDガスを、加熱基板を含むリアクタの一端に送り、その他端より排出するものである。ガスは流路を流れ、通常基板と平行に置かれた射出板のスロットを通り送られる。このスロットは、幅が不均一であって、ガスを不均一に射出して堆積速度の不均一性を補償する。この堆積中基板は回転させられる。

【0011】基板と射出板は、両者共一般にリアクタの中心軸に沿って水平に配置される。射出板のスロットは、射出板の中心部に対して放射状に配置され、各スロットは射出板の外周に最も近い側よりも、中心に最も近い側に近づく程、幅が狭くなるようにされるのが好ましい。さらに、射出板の上方における基板の反対側には、射出板に平行にバッフル板が配置されることが好ましい。導入ガスは、バッフル板の中心部に向けて送られ、

バッフル板の外周を周り、射出板の基板と反対側の表面に沿って内向きの放射状に送られる。

【0012】より具体的には、2つまたは4つの放射状に伸びるスロットを有することが好ましい。これらのスロットは、次のようにして射出板に作ることができる。すなわち、まず、石英板を作り、X-Yテーブル上に載せ、既知のコンピュータ制御装置を用いてレーザビームに対して射出板を移動させ、射出板にスロット外周に対応する所望のパターンを切る。1つのスロットを表わすパターンを切ると、切られた内部は射出板より簡単に落下する。この方法を他のスロットについても反復する。

【0013】後述のように、本発明の方法と装置に従う有機金属化学気相堆積法(MOCVD)により製造されたエピタキシャル成長層は、従来技術の相当する装置により得られた場合に比べ、厚さが非常に均一である。添付図面の参照を含む以下の詳細な説明によって、本発明の目的、特徴、利点はさらに明確化される。

【0014】

【実施例】図面中のエレメントは、相対的な大きさを示すように努めたが、必ずしも各種エレメントを比例尺通りに図示したものではない。また以下の記載は、主として本発明の本質を説明し、その利用方法を説明するためのものである。また記載実施例の具体的再現には、上記引例のような従来技術の知識を前提条件として必要とする。

【0015】図1はMOCVDリアクタを示す。このリアクタは容器10と中心軸11を有する。ガス導入マニホルド12は、ガス導入管13、ガスガイド部材14、バッフル板15、及び射出板16からなる。単結晶半導体基板17は、サセプタ18上に置かれ、さらにこのサセプタ18は支持部材19により支持される。導入ガスは、ソース20から導入管13に送られ、バッフル板15を周り、射出板16のスロットを通して流れ、基板17に衝突する。図2は、射出板16の底面図であり、スロット22の配置を示す。バッフル板15は、ディスク状固形物であり、スペーサ部材23によりガスガイド部材14と射出板16から分離されている。

【0016】基板17は、サセプタ18によって加熱されるが、さらにこのサセプタは、容器10を囲む高周波コイル24により加熱される。基板17は、化合物半導体材料、例えば、III-V族材料またはII-VI族材料の単結晶である。基板は、例えばIII-V族材料の1つである単結晶のn-ドープされたインジウム・リン(InP)である。リアクタの目的は、基板上にエピタキシャル成長層を形成するように、導入ガス中の成分を基板17の上面に堆積させることである。

【0017】ガスはエピタキシャル成長層の成長する金属元素を含む有機金属ガスと、所望のエピタキシャル成長材料の他の元素を含むガス状の第2の化合物である。既知のMOCVD法の基本に従ってウェハ(基板)を適

宜加熱し、ウェハ（基板）の表面近傍においてこれらの成分を反応させ、エピタキシャル成長層を形成する。残存ガスを、排出管26を経て容器10から除去する。

【0018】堆積中、モータ27駆動によりサセプタとウェハを回転させ、堆積の厚さをある程度平均化する。下部パッフル28は、排出管26の位置が非対称にあることによってウェハ（基板）17上のガス流が非対称となることを防止する。インジウム・リン基板の場合、導入ガスの有機金属化合物としては、インジウムのソースとしてトリメチルインジウム $[(CH_3)_3In]$ を用いることができ、第2の化合物としては、リンのソースとしてホスフィン (PH_3) を用いることができる。これらの成分は反応してインジウム・リン基板17上にインジウム・リンのエピタキシャル層を形成する。即ち、この層は、基板の結晶構造を引継ぐものである。

【0019】本発明の1つの特徴として、基板17上の領域に導入ガスを射出することにより、堆積するエピタキシャル層の厚みの均一性を大きく向上することができる。図2に示すように、射出板16の4つのスロット22を通してガスをウェハ（基板）に向けて射出することができる。または、図3に示すように、2つのスロット22Aを通してガスをウェハ（基板）に向けて射出することができる。

【0020】いずれの場合でも、スロットは放射状に伸びその幅は変化している。図2及び図3に示す実施例において、各スロットは、射出板の16の外周に最も近い側に比べ、射出板の中心に最も近い側の方が幅が狭くなっている。これらの実施例の目的は、従来技術の垂直流動MOCVDリアクタに共通する次の傾向をなくそうとするものである。即ち、前駆物質ガスが、基板外周よりも基板17の中心の方により厚く堆積するという傾向である。

【0021】図4に示すように、いずれのスロットを使用した場合でも、導入ガスは、流路29を通して導入マニホルド12に送られ、射出板16のスロットから基板17に向けて射出される。ガスは、初めパッフル板15の中心に向けて送られ、パッフル板の周辺を回って流れ、次に射出板16の上面に沿って内向きに放射状に送られる。ガスは内向きの放射状に流れながら、基板に向けてスロット22から射出される。

【0022】従来のリアクタでは、ウェハ（基板）の中心に向かってエピタキシャル層が厚く堆積する傾向があり、これをなくすための努力として多くのリアクタ・デザインが試みられた。しかし、図1乃至図4に示すデザインの場合にのみ、後述するように、次のような、高レベルの厚みの均一性が得られた。即ち、基板の全面積の90%以上にわたって±10%偏差という高レベルの厚みの均一性を終始一貫して得られた。

【0023】また、パッフル板を使用する他の利点は、ガスがさらに狭流で高速となり、マニホルド12の内面

の所定外の不都合な堆積を減少させるように作用する点である。スロットの外周縁を結ぶ円は、基板の外側の端を結ぶ円よりも大きい直径を有しなければならない。但し両円共、中心軸11を円の中心とする。

【0024】図4のリアクタ装置の寸法の代表例は次の通りである。即ち、基板17と射出板16との間の距離aは、1.5乃至4インチ、射出板16とパッフル板15との間の距離bは、0.05乃至0.2インチ、パッフル板15とガスガイド手段（ガスガイド部材）14の水平部との間の距離cは、0.05乃至0.2インチ、導入管の内径dは0.6インチ、パッフル板15の直径は4.7インチ、射出板16の直径は4.9インチである。

【0025】この場合、図5に示すように、射出板のスロットの寸法は次の通りである。即ち、各スロット22の長さは1.19インチ、スロットの外周縁と射出板の中心との距離は1.25インチであり、スロットの狭い側の幅Aと、広い側の幅Bの大きさは後述のように変わる。

【0026】本発明の導入ガスの1つの実施例は次の通りである。ここでガス流速は1分間当りの標準状態のリットル (slm) で表わす。水素希釈流速は5ないし14 slmであった。40℃においてトリメチルインジウムが0.2 slm のヘリウムによりリアクタに送られ、また10% PH_3 が0.3 slm のヘリウム中で送られた。また、鉄とシリコンのドーパントを使用した。鉄については少量の $(C_5H_5)_2Fe$ を使い、シリコンについてはヘリウム中50 ppm の SiH_4 の混合ガスを用いた。

【0027】良好な堆積は、図4のaの寸法が2.5乃至3.5インチの場合に得られた。基板17は、4つのインジウム・リン・クーボン（ウェハ部）からなり、それぞれ約2000のインジウム・リン・レーザに限るものであった。基板はサセプタの中心に置かれ、その大きさは2.0インチ×1.6インチであった。全ガス流速は11乃至16 slm であった。基板は60 rpm で回転させられた。

【0028】射出板16としては次に示す各種デザインが用いられた。即ち、図2及び図3に示すように2つまたは4つのスロットを有し、且つ図5に示すスロット寸法A及びBが異なる各種デザインが用いられた。表1は、このようにスロット寸法の異なる射出板の各種デザインを概括して示すものである。

【0029】

【表1】

7
表 1

デザイン #	スロットの 数と配置	スロット寸法 (インチ)	
		A	B
7	4 at 90	0.011	0.018
8	4 at 90	0.009	0.018
9	4 at 90	0.014	0.018
10	4 at 90	0.012	0.018
11	2 at 180	0.023	0.032
12	2 at 180	0.023	0.033

【0030】図6乃至図11は、表1のデザイン7乃至12の場合におけるエピタキシャル成長膜の厚みの変動を示す。例えば、表1のデザイン(番号)7の場合では、図2に示すように90度に配置した4つのスロット 20 を使用し、各スロットの図5に示すような狭い側の幅Aと、広い側の幅Bの大きさが、それぞれ0.011インチ*

表 2 膜の均一性

デザイン #	ラン #	水素流速 (s l m)	平均成長 速度 ($\mu\text{m}/\text{h s}$)	均一性	
				100% 面積	90% 面積
標準ジャ	2603	12	5.1	13%	11%
11	2571	10	6.0	16%	11%
11	2562	12	6.4	13%	9.0%
11	2570	12	7.4	9%	3.8%
11	2633	12	6.4	10%	5.6%
ヒューズド					
11	2634	12	6.7	8%	6.4%
ヒューズド					
12	2590	10	6.1	9.0%	9.0%
12	2602	12	4.3	9.5%	4.0%

【0034】図12は射出板16にスロット22を切る方法を示す。射出板16は、X-Yテーブル31上にチャック30を介して取り付けられる。このテーブルは、X-Yモータ32により駆動され、モータは、コントロール回路またはコンピュータ33により制御される。スロットの外周パターンは、コントロール回路またはコンピュータ33にプログラムされ、コントロール回路またはコンピュータ33は、その指定されたパターンによってX-Yテーブル31を駆動する。

*チと0.018インチであることを示す。このデザインの場合に、異なる条件で4回の実験を行い、得られた結果を図6に4本の曲線で示す。

【0031】図6乃至図11に示すこれらの実験結果の殆どは、基板の全面積の90%以上において $\pm 10\%$ 未満の厚みの変動を示している。あるデザインについては、他のデザインよりさらに層の厚みが明らかに均一であるという結果が得られたが、不均一性の大きい若干の実験結果も含めて、そのままこれらのデータを示した。

10 いずれにしても、不適切を示す実験結果もなく、本発明に従うデザインの射出板を用いることにより次の利点が得られることは明白である。即ち、2つまたは4つのスロットを用いるデザインの射出板により、高度な厚みの均一性と再現性を得ることができる。

【0032】表2は、デザイン(番号)11と12の場合について、水素流速を関数として均一性の変動の幾つかを示す。ここで用語“ヒューズド(fused)”は、導管13を容器10に永久的に溶解して取り付けした場合を示す。

【0033】

【表2】

【0035】この駆動中に、レーザ35からのレーザ・ビーム34は、射出板16を溶断する。レーザ・ビームによりパターンを全て描き終わると、パターンの内側部分が簡単に落下し、射出板に所望のスロットが形成される。テーブル31及びモータ32としてアノラッド(Anorad) IIIのX-Yテーブルを用いた。これは、ニューヨーク州のホボジ(Hauppauge)のアノラッド(Anorad)社より入手できる。

50 【0036】またレーザ35として、フォトン・ソース

・モデル・ナンバ108二酸化炭素レーザを用い、連続パルス反復モードで操作した。このレーザはミシガン州リボニア(Livonia)のフォトン・ソース(Photonsource)社によって市販されている。このレーザを、50ミリ秒のパルス長、90ミリ秒のオフタイムを用いて操作した結果、140ミリ秒のパルスピリオドと7.14ヘルツの周波数のレーザ・ビームが得られた。

【0037】レーザ電流は、40ワットの平均電力になるように調節された。射出板16としては、厚さ40乃至80ミルの石英ガラス板を用いた。X-Yテーブル31を毎分2.25インチの速度で駆動した。射出板16上のビーム34の衝突場所に次のようにして空気が送られた。すなわち、板上0.07インチの距離にある0.06インチのオリフィスから1平方インチ当たり40ポンドで空気が送られた。以上の条件で、レーザを、X-Yテーブルにより移動させながら板を切った。これにより、パッフル板15に殆ど損傷を与えることなく、所望の寸法のスロットを作ることができた。

【0038】以上の実施例は本発明の概念を分かり易く説明するためのものである。エピタキシャル成長速度は、組成や流速その他の因子の変動により変わるものであり、このエピタキシャル成長速度の相違を補償するように、スロット幅を実験的に特定する本方法は、本来的に経験的なものである。前述のように、ウェハ(基板)を回転させることにより、中心からの距離による厚みの変動を実質的になくすることができる。

【0039】中心からの距離により厚みが変わるのは、流速が均一な場合に起こるものであり、本発明の以上の説明のように、単一もしくは複数のスロット幅を変化させることにより、厚みの不均一を補償できる。この場合縦形(垂直流動)リアクタが好ましいが、他の構造のリアクタも使用可能である。II-VI族化合物のエピタキシャル層をMOCVD法により作ることは周知であり、本発明はそのような場合に適用できる。

【0040】なお、以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例が考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

【0041】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明の方法によりエピタキシャル成長層の厚みの不均一性を大きく減少し、厚みの均一なエピタキシャル成長層を再現性よく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のMOCVDリアクタの断面略図である。

【図2】本発明の一実施例の図1に示すリアクタの射出板16の底面図である。

【図3】本発明の他の実施例の射出板の略図である。

【図4】図1のリアクタの一部の略図である。

【図5】図2または図3の射出板に用いるスロットを示す図である。

【図6】本発明の表1に示すデザイン7の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

【図7】本発明の表1に示すデザイン8の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

【図8】本発明の表1に示すデザイン9の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

【図9】本発明の表1に示すデザイン10の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

【図10】本発明の表1に示すデザイン11の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

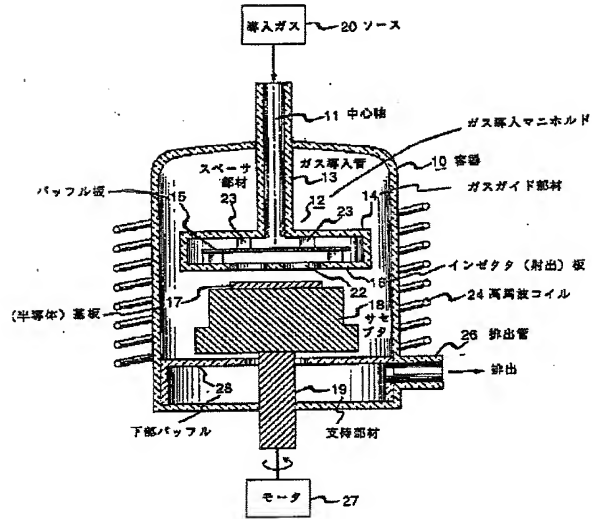
【図11】本発明の表1に示すデザイン12の射出板を使用した場合におけるエピタキシャル層の中心からの距離対厚みの変化を示すグラフである。

【図12】本発明の実施例における射出板のスロットを形成する方法を示す図である。

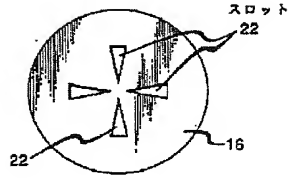
【符号の説明】

- 10 容器
- 11 中心軸
- 12 ガス導入マニホルド
- 13 ガス導入管
- 14 ガスガイド部材
- 15 パッフル板
- 16 射出板
- 17 基板
- 18 サセプタ
- 19 支持部材
- 20 ソース
- 22 スロット
- 22A スロット
- 23 スペーサ部材
- 24 高周波コイル
- 26 排出管
- 27 モータ
- 28 下部パッフル
- 29 流路
- 30 チェック
- 31 X-Yテーブル
- 32 モータ
- 33 コントロール
- 34 レーザ・ビーム
- 35 レーザ

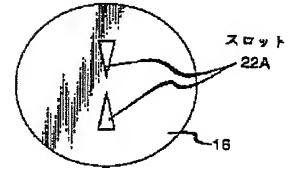
【図1】



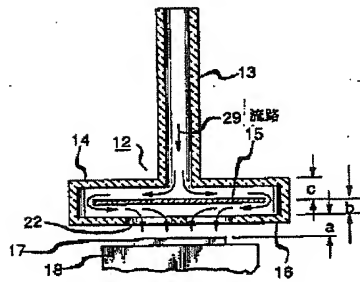
【図2】



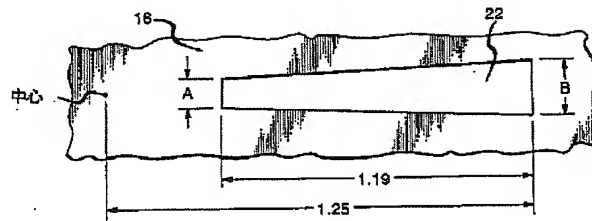
【図3】



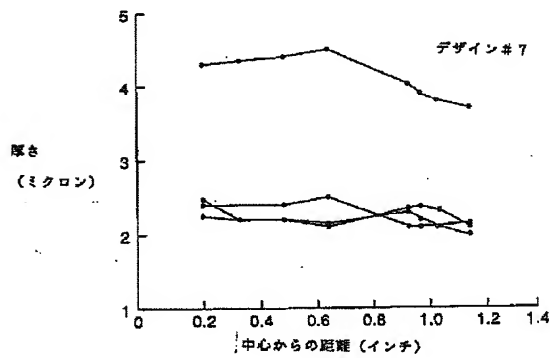
【図4】



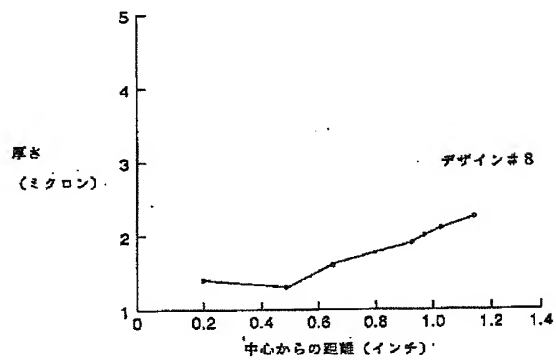
【図5】



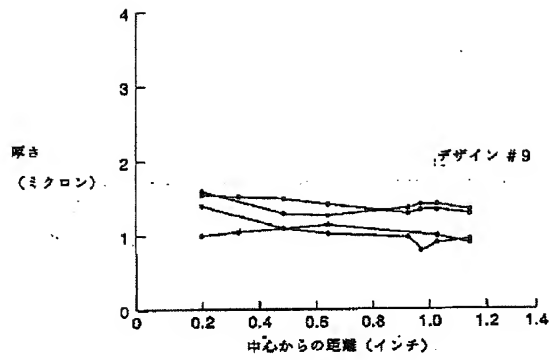
【図6】



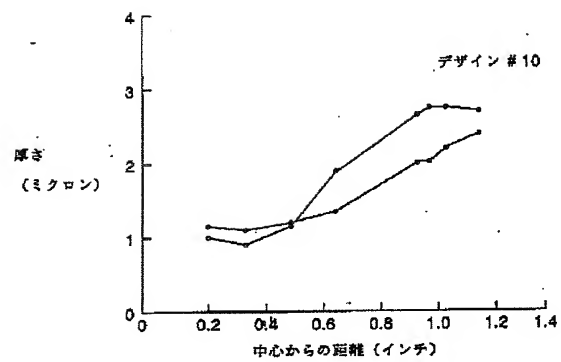
【図7】



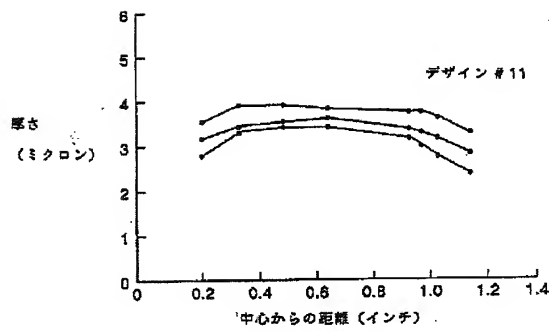
【図8】



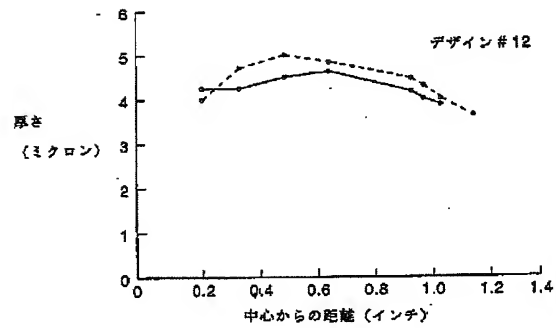
【図9】



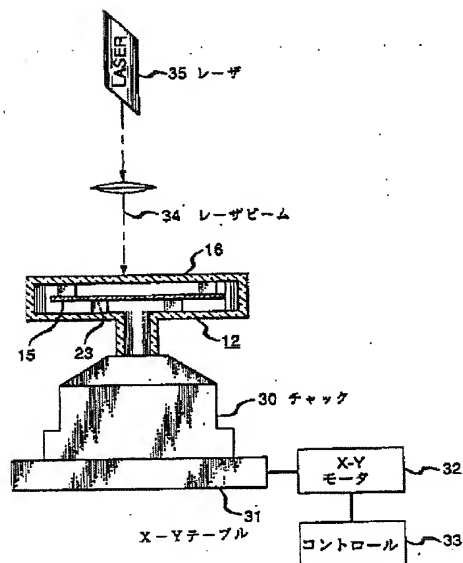
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 29/48		7821-4G		
(72)発明者	ジヨン ワレン ベンコ		(72)発明者	ダニエル クリストファー ストリア
	アメリカ合衆国 08619 ニュージャージー			アメリカ合衆国 19609 ペンシルベニア、
	イ、トレンアトン、クウェイカーブリッジ			ワイオミツシング ヒルズ、ダーリン ド
	ロード 3545			ライブ 25
(72)発明者	ジエローム レフコフ		(72)発明者	モントリ ヴイリヤユサコーン
	アメリカ合衆国 08628 ニュージャージー			アメリカ合衆国 08690 ニュージャージー
	イ、ウエスト トレントン、ロツクリー			イ、トレントン、ウインドミアー パス
	ドライブ 12			11